

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Satoshi DO

New Application

Art Unit: TBA

Examiner: TBA

Filed: June 27, 2003

Atty. Docket No. 32011-190560

For: IMAGE PICKUP LENS

Customer No.



26694

PATENT TRADEMARK OFFICE

Submission of Certified Copy of Priority Document

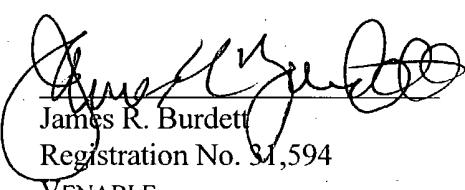
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Application No. 222675/2002 filed on July 31, 2002 in Japan, the priority of which is claimed in the present application under the provisions of 35 U.S.C. 119.

Respectfully submitted,

Date: 6/27/2003


James R. Burdett
Registration No. 31,594
VENABLE
P.O. Box 34385
Washington, D.C. 20043-9998

Telephone: (202) 962-4800
Telefax: (202) 962-8300

#467096

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: July 31, 2002

Application Number: 2002-222675 [JP2002-222675]

Applicant(s): Milestone Co., Ltd.

Dated April 22, 2003.

Commissioner,
Japan Patent Office Shinichiro Ohta

Certificate No. 2003-3029275

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office

出願年月日

Date of Application: 2002年 7月31日

出願番号

Application Number: 特願2002-222675

[ST.10/C]:

[JP2002-222675]

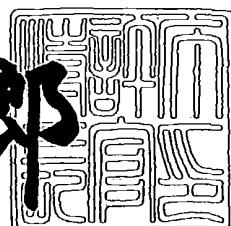
出願人

Applicant(s): マイルストーン株式会社

2003年 4月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3029275

【書類名】 特許願

【整理番号】 ML0010

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G02B 9/34

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県鶴ヶ島市下新田572-123

【氏名】 堂 智

【特許出願人】

【識別番号】 399036110

【氏名又は名称】 マイルストーン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100085419

【弁理士】

【氏名又は名称】 大垣 孝

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 012715

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0202213

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 撮像用レンズ

【特許請求の範囲】

【請求項1】 開口絞りS1と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正の屈折力を有する第1レンズL1と、第2絞りS2と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の屈折力を有する第2レンズL2とを有し、物体側から順に、該開口絞りS1、該第1レンズL1、該第2絞りS2、該第2レンズL2の順に配列されて構成され、

前記第1レンズL1の少なくとも1つの面が非球面であり、かつ前記第2レンズL2の少なくとも1つの面が非球面であって、全体として少なくとも2つのレンズ面が非球面であり、以下の条件を満たすことを特徴とする撮像用レンズ。

$$0.09 < |f_1/f_2| < 0.37 \quad (1)$$

$$1.33 < |r_1/f| < 47.77 \quad (2)$$

$$3.08 < |r_1/r_2| < 113.12 \quad (3)$$

$$0.63 < D/f < 0.87 \quad (4)$$

ただし、

f : 全系の焦点距離（第1、第2のレンズから成るレンズ系の合成焦点距離）

f_1 : 第1レンズの焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

D : 開口絞り面から、第2レンズ第2面（像側の面）までの距離（レンズ中心長）

r_1 : 第1レンズL1の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r_2 : 第1レンズL1の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

【請求項2】 請求項1記載の撮像用レンズであって、該撮像用レンズを構成するレンズがすべてプラスチック素材で形成されるレンズであることを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項3】 請求項1記載の撮像用レンズであって、該撮像用レンズを構成する前記第1レンズL1および前記第2レンズL2を、アッベ数が4.5から6.5の範囲にある素材で形成したレンズとしたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項4】 請求項2記載の撮像用レンズであって、該撮像用レンズを構成する前記第1レンズL1および前記第2レンズL2を、シクロオレフィン系プラスチックを素材として形成したレンズとしたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項5】 請求項3または請求項4記載の撮像用レンズであって、前記第1レンズL1の物体側の面から第2レンズL2の像側面までの距離を2.83mm以下としたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項6】 請求項1記載の撮像用レンズであって、像高2.3mm以下における歪曲収差が3.9%以内となるように収差補正されたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項7】 請求項1記載の撮像用レンズであって、像高2.3mm以下における非点収差が0.22mm以内となるように収差補正されたことを特徴とする撮像用レンズ。

【請求項8】 請求項1記載の撮像用レンズであって、光軸上におけるg線に対応する光に対する球面収差が0.18mm以内となるように収差補正されたことを特徴とする撮像用レンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、CCDまたはCMOSを撮像素子として用いるカメラに搭載することに好適な撮像用レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】

CCDまたはCMOSを撮像素子として用いる小型カメラに搭載するレンズは、光学長が短い必要がある。この種のレンズとして、例えば、特開平10-206730号公報において開示されている撮像レンズがある。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この文献に開示された撮像レンズは、開口絞り面から、第2レンズの第2面（像側の面）までの距離が5.3mmであり、CCDまたはCMO

Sを撮像素子として用いる小型カメラに搭載するレンズとしては光学長が長すぎる。また、特開平10-206730号公報において開示されている撮像レンズ系では、開口絞りが第1レンズと第2レンズの間に挿入されている。すなわち、この文献に開示されている撮像用レンズ系では、絞りが1面だけしか設けられていない構造となっている。

【0004】

開口絞りの位置はレンズを設計する際に極めて重要な意義を有することが知られている（例えば、近藤文雄著：レンズの設計技法 光学工業技術協会発行 昭和58年2月1日第2版）。すなわち、

(a)開口絞り位置と共に役な入射瞳位置は、コマ収差、非点収差、歪曲収差などに関係があり、3次収差係数を求めるための基礎になること。

(b)物体側から数えて第1番目のレンズ（第1レンズ）の物体側の面（第1面）から光軸に沿って像側に向かって計った距離 t の位置に開口絞りが設定された場合、次式(イ)で定義される B の値がほぼ0であれば、十分に低収差が実現していること（フラウンホーフエル（Fraunhofer）の条件）。

$$B = C - S t \quad (イ)$$

ここに、C、Sは3次収差係数に係る定数である。

(c)また次式(ロ)で定義される Z の値が0に近いほど良く収差が補正されていること（チンケンーゾンメル（Zinken-Sommer）の条件）。

$$Z = S t^2 - 2 C t + A \quad (ロ)$$

ここに、C、S、Aは3次収差係数に係る定数である。

が、知られている。

【0005】

このように、開口絞り位置は収差に関する定量的な議論を行なうに当たっては本質的な役割を果たしており、レンズ系の基本的に重要な構成要素である。

【0006】

ところで、上述したような小型カメラに搭載する撮像用レンズとしては、光学長が短いことが要求されることはもとより、結像される像の歪みが視覚を通じて意識されず、かつ撮像素子の集積密度から要請される十分な程度に諸収差が小さ

く補正されていることが要望されている。

【0007】

以下の説明において、「像の歪みが視覚を通じて意識されず、かつ撮像素子の集積密度から要請される十分な程度に小さく諸収差が補正されている」ことを、簡単のために単に「諸収差が良好に補正されている」等と表現することもある。また諸収差が良好に補正された画像を「良好な画像」ということもある。

【0008】

この発明の第1の目的は、諸収差が良好に補正されており、光学長が短く、しかもバックフォーカスが十分に確保されている撮像用レンズを提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】

上記の目的を達成するこの発明による撮像用レンズは、物体側から順に、開口絞りS1、第1レンズL1、第2絞りS2および第2レンズL2を配列した構成とする。第1レンズL1は物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正の屈折力を有するレンズとする。第2レンズL2は像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の屈折力を有するレンズとする。

【0010】

また、この撮像用レンズは、第1レンズL1の少なくとも1つの面を非球面としてあり、かつ第2レンズL2の少なくとも1つの面を非球面としてあって、全体として少なくとも2つのレンズ面を非球面としてあり、以下の条件を満たす。

【0011】

$$0.09 < |f_1/f_2| < 0.37 \quad (1)$$

$$1.33 < |r_1/f| < 47.77 \quad (2)$$

$$3.08 < |r_1/r_2| < 113.12 \quad (3)$$

$$0.63 < D/f < 0.87 \quad (4)$$

ただし、

f ：全系の焦点距離（第1、第2のレンズから成るレンズ系の合成焦点距離）

f_1 ：第1レンズの焦点距離

f_2 : 第2レンズの焦点距離

D : 開口絞り面から、第2レンズ第2面（像側の面）までの距離（レンズ中心長）

r_1 : 第1レンズ L_1 の物体側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）

r_2 : 第1レンズ L_1 の像側面の光軸近傍における曲率半径（軸上曲率半径）
とする。

【0012】

この発明の開口絞り S_1 は、物体と第1レンズ L_1 との間に設置されている。

換言すればこの開口絞り S_1 は、第1レンズ L_1 の外側、すなわち第1レンズの第1面（物体側の面）の前側に設定される。この開口絞り S_1 は、入射面を構成している。また、第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 との間に設けた第2絞り S_2 は、レンズの周辺のコバの部分等に当たって乱反射した光、いわゆるフレアーをカットするために挿入される。

【0013】

次に、上記条件式（1）から（4）までの式の意義を説明する。

【0014】

上記条件式（1）は第1レンズ L_1 と第2レンズ L_2 のパワー配分を定めたものであり、 $|f_1/f_2|$ が下限を下回ると第1レンズ L_1 のパワーが強くなり、かつ第2レンズのパワーが弱くなるので、第1レンズで発生する球面収差、コマ収差、歪曲収差の補正が困難となる。また、 $|f_1/f_2|$ が上限を超えると第1レンズ L_1 のパワーが弱くなり、このため、このレンズ系の合成焦点距離 f およびバックフォーカス（第2レンズの第2面である像側の面と光軸との交点から受光面と光軸との交点までの距離） b_f を短くするために第2レンズのパワーを強くしなければならず、従って、第2レンズ L_2 で発生する歪曲収差、コマ収差の補正が困難となる。結果として $|f_1/f_2|$ が下限を下回っても上限を上回っても、良好な画像を得ることが出来ない。従って、条件式（1）を満たすこの発明の撮像用レンズでは、良好な画像が得られる。

【0015】

上記条件式（2）は、第1レンズ L_1 の物体側の面の曲率半径 r_1 を撮像用レ

ンズ系の合成焦点距離 f で規格化したときの、 $|r_1/f|$ の値の範囲を規定するものである。 $|r_1/f|$ が下限を下回るとコマ収差が大きくなるので、これを補正しようとすると歪曲収差が発生する。そこでレンズ周辺部を通過する光線をカットする手段をとる必要が生じ、結果として画像が暗くなる。

【0016】

一方、 $|r_1/f|$ が上限を上回ると、非点収差およびコマ収差が増大し、かつレンズ厚も厚くなるので、広画角にわたって良好な画像を得ることが出来なくなる。すなわち、この条件式(2)を満足するように第1レンズ L_1 の物体側の面の曲率半径 r_1 を設定すると、撮像用レンズのコマ収差、非点収差、および歪曲収差の補正が容易となり、かつ広画角を維持しつつ撮像用レンズのコンパクト化が図られる他に画像の明るさも確保できる。

【0017】

上記条件式(3)は第1レンズ L_1 の両面の曲率半径 r_1 と r_2 との比率を規定するものであり、 $|r_1/r_2|$ が下限を下回ると、光学長が長くなるか、またはレンズ口径が大きくなり、また、歪曲収差も大きくなる。一方 $|r_1/r_2|$ が上限を上回るとコマ収差が増大する。すなわち、条件式(3)が満足されるように設計すれば、撮像用レンズのコマ収差、および歪曲収差の補正が容易となり、しかも撮像用レンズのコンパクト化も図ることが出来る。

【0018】

上記条件式(4)は、開口絞り S_1 と光軸の交点から 第2レンズの第2面(像側の面)と光軸の交点までの距離 D をこのレンズ系の合成焦点距離 f で規格化した値のとるべき範囲を規定するものである。このレンズ系が実際に使われるときには、第2レンズ L_2 の後方(像側)にカバーガラス等が挿入される。 D/f の値は、カバーガラス等の光学的要素を加えたこの発明の撮像用レンズ全体の光学長(入射絞り位置から結像面までの距離)がどの程度になるかの目安を与える。条件式(4)で与える範囲に収めることにより、カバーガラス等の使用を前提とした場合の光学長を、実用上許容される範囲の長さに収めることが出来る。

【0019】

後述する第1実施例から第4実施例において明らかなように、条件式(1)か

ら条件式(4)で与えられる四つの条件により、諸収差が良好に補正された、光学長が6mm以下(Dが2.98mm以下)の、生産性に優れた撮像用レンズが実現できた。

【0020】

再び特開平10-206730号公報において開示されている撮像レンズ系を見てみると、既に説明した通り、開口絞りが第1レンズと第2レンズとの間に設定されている。これに対し、この発明では開口絞り位置は第1レンズの前側であるのに対して、上記文献に開示されている撮像レンズ系では開口絞りは第1レンズと第2レンズとの間にがあるので、諸収差の現れ方がこの発明とは明らかに異なり、上記文献に開示されているレンズ系は、この発明のレンズ系とは構造上異なるレンズ系となっていることが理解できる。

【0021】

また、この発明の撮像用レンズは、好ましくは、その構成レンズのすべてをプラスチック素材(熱と圧力あるいはその両者によって塑性変形させて成型させて形成することができる高分子物質であって、可視光に対して透明である素材)で、形成するのがよい。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、図を参照して、この発明の実施の形態例につき説明する。なお、これらの図は、この発明が理解できる程度に構成要素の形状、大きさおよび配置関係を概略的に示してあるにすぎず、また、以下に説明する数値的およびその他の条件は単なる好適例であり、この発明はこの発明の実施の形態にのみ何等限定されるものではない。

【0023】

【実施例】

図1は、この発明による撮像用レンズの構成図である。物体側から像側へと順に数えて第1および第2のレンズをそれぞれ、L1およびL2で示す。撮像面(固体撮像素子の受光面)を10で表し、撮像面とレンズ系とを隔てるカバーガラスを12で表し、第2絞りS2を構成する2枚の平面を像側から物体側の順にそれぞ

れ14と16で表し、開口絞りS1を構成する絞り面を18で表す。

【0024】

この図に示す r_i ($i=1, 2, 3, \dots, 9$) および d_i ($i=1, 2, 3, \dots, 9$) 等のパラメータは以下に示す表1から表4に具体的な数値として与えてある。添え字 $i=1, 2, \dots, 9$ は、物体側から像側に向かって順に、各レンズの面番号あるいはレンズの厚みもしくはレンズ面間隔等に対応させて付したものである。

すなわち、

r_i は i 番目の面の曲率半径（非球面においては軸上曲率半径）、
 d_i は i 番目の面から $i+1$ 番目の面までの距離、
 N_i は i 番目の面と $i+1$ 番目の面から成るレンズの媒質の屈折率、
 ν_i は i 番目の面と $i+1$ 番目の面から成るレンズの媒質の分散、
 をそれぞれに示す。

【0025】

光学長は d_1 から d_9 までを加算した値である。

【0026】

バックフォーカス b_f は $d_7+d_8+d_9$ である。

【0027】

また、 $D = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6$ である。

【0028】

非球面データは、各表1から表4のそれぞれの右欄に面番号とともに示した。
 第2絞りS2の r_3 と r_4 、また、カバーガラスの r_7 と r_8 は平面であるので、曲率半径 ∞ と表示している。

【0029】

この発明で使用される非球面は次の式で与えられる。

$$Z = ch^2 / [1 + [1 - (1+k)c^2h^2]^{1/2}] + A_0h^4 + B_0h^6 + C_0h^8 + D_0h^{10}$$

ただし、

Z : 面頂点に対する接平面からの深さ

c : 面の近軸的曲率

h : 光軸からの高さ

k : 円錐定数

A_0 : 4次の非球面係数

B_0 : 6次の非球面係数

C_0 : 8次の非球面係数

D_0 : 10次の非球面係数

この明細書中の各表1から表4において、非球面係数を示す数値の表示において、表示「e-1」は「10の-1乗」を意味する。また、焦点距離fとして示した値は、第1、第2、第3および第4のレンズから成るレンズ系の合成焦点距離である。

【0030】

図2～図17を参照してそれぞれ第1から第4の実施例を説明する。

【0031】

図2、図6、図10および図14にレンズ構成の概略図とスポットダイアグラムとをそれぞれ示し、入射高に対する像面上での点像の広がりの度合いを表示した。また図3、図7、図11および図15において歪曲収差曲線、図4、図8、図12および図16において非点収差曲線、図5、図9、図13および図17において色・球面収差曲線を示している。

【0032】

歪曲収差曲線は、光軸からの距離（縦軸に像面内での光軸からの最大距離を100として百分率表示してある。）に対して、収差量（横軸に正接条件の不満足量を百分率表示してある。）を示した。非点収差曲線は、歪曲収差曲線同様に光軸からの距離に対して、収差量を横軸（mm単位）にとって示した。また、非点収差においては、子午像面（メリディオナル面）と球欠像面（サジタル面）とにおける収差量（mm単位）を表示した。色・球面収差曲線においては、入射高h（Fナンバー）に対して、収差量を横軸（mm単位）にとって示した。また、色・球面収差曲線においては、C線（波長656.3nmの光）、d線（波長587.6 nmの光）、e線（波長546.1 nmの光）、F線（波長486.1 nmの光）およびg線（波長435.8 nmの光）に対する収差値を示した。屈折率はd線（波長587.6nmの光）における屈折率を示す。

【0033】

以下に、第1実施例、第2実施例、第3実施例および第4実施例に関する構成レンズの曲率半径(mm 単位)、レンズ面間隔(mm 単位)、レンズ素材の屈折率、レンズ素材のアッペ数、焦点距離、開口数、非球面係数を一覧にして掲げる。

【0034】

【表1】

曲率半径(r _i) (単位:mm)	間隔(d _i) (単位:mm)	屈折率(N _i)	アッベ数(ν _i)	非球面係数			
				k	A ₀	B ₀	C ₀
r ₁ = -15.3122	d ₁ = 0.1300			0.3088e+3	-0.2737e-1	0.1308e0	-0.6038e0
r ₂ = -1.5519	d ₂ = 1.6000	N ₂ = 1.53	ν ₂ = 56.0	1.740e0	0.2747e-1	-0.4643e-1	0.6315e-1
r ₃ = ∞	d ₃ = 0						-0.2187e-1
r ₄ = ∞	d ₄ = 0.0500						
r ₅ = 3.5240	d ₅ = 0.2500			0.1183e+1	-0.2305e-1	0.9359e-2	-0.1240e-2
r ₆ = 2.3577	d ₆ = 0.8000	N ₆ = 1.53	ν ₆ = 56.0	0.2350e0	0.1247e-1	-0.3995e-1	0.2641e-1
r ₇ = ∞	d ₇ = 0.800						-0.5894e-2
r ₈ = ∞	d ₈ = 1.0500	N ₈ = 1.52	(カ)バーガラス				
r ₉ = ∞	d ₉ = 0.8145						

近軸データ:
焦点距離 f = 3.296 mm
開口数 Fno = 2.80

第1実施例

【0035】

【表2】

曲率半径(r _i) (単位:mm)	間隔(d _i) (単位:mm)	屈折率(N _i)	アッペ数(ν _i)	非球面係数			
				k	A ₀	B ₀	C ₀
r ₁ = -4.9982	d ₁ = 0.1000			0.2088e+2	-0.2700e-1	-0.8479e-2	-0.1668e0
r ₂ = -1.6179	d ₂ = 1.3000	N ₂ = 1.53	ν ₂ = 56.0	0.1066e0	-0.2228e-1	0.7325e-2	-0.3840e-2
r ₃ = ∞	d ₃ = 0						-0.1272e-2
r ₄ = ∞	d ₄ = 0.0500						
r ₅ = 2.0396	d ₅ = 0.1500			0.6279e-1	-0.3664e-1	0.2669e-2	-0.3176e-2
r ₆ = 1.6019	d ₆ = 0.8000	N ₆ = 1.53	ν ₆ = 56.0	-0.2613e0	0.2194e-1	-0.7339e-1	0.4147e-1
r ₇ = ∞	d ₇ = 0.9630						-0.8256e-2
r ₈ = ∞	d ₈ = 1.0500	N ₈ = 1.52	(カラス)				
r ₉ = ∞	d ₉ = 1.2159						

近軸データ: 焦点距離 f = 3.74 mm
開口数 Fno = 2.80

第2実施例

【0036】

【表3】

曲率半径(r _i) (単位:mm)	間隔(d _i) (単位:mm)	屈折率(N _i)	アッベ数(v _i)	非球面係数		
				k	A ₀	B ₀
r ₁ = -10.1892	d ₁ = 0.0850			0.3485e+2	-0.4651e-1	0.2140e-1
r ₂ = -1.7455	d ₂ = 1.6000	N ₂ = 1.53	v ₂ = 56.0	-0.5254e-1	-0.1206e-1	0.8422e-2
r ₃ = ∞	d ₃ = 0					
r ₄ = ∞	d ₄ = 0.0500					
r ₅ = 2.2687	d ₅ = 0.2500			0.1914e0	-0.3215e-1	0.7814e-2
r ₆ = 1.5926	d ₆ = 0.7800	N ₆ = 1.53	v ₆ = 56.0	-0.4005e0	0.7101e-2	-0.4901e-1
r ₇ = ∞	d ₇ = 1.1306					
r ₈ = ∞	d ₈ = 1.0500	N ₈ = 1.52	(ガラス)			
r ₉ = ∞	d ₉ = 1.0000					

近軸データ: 焦点距離 f = 3.912 mm
開口数 Fno = 2.80

第3実施例

【0037】

【表4】

曲率半径(r _i) (単位:mm)	間隔(d _i) (単位:mm)	屈折率(N _i)	アッベ数(ν _i)	非球面係数			
				k	A ₀	B ₀	C ₀
r ₁ = -167.0550	d ₁ = 0.0750			0.6585e+2	-0.6152e-1	-0.1515e-1	-0.11136e0
r ₂ = -1.4769	d ₂ = 1.4000	N ₂ = 1.53	ν ₂ = 56.0	-0.9126e-1	-0.1475e-1	0.6474e-2	-0.3766e-2
r ₃ = ∞	d ₃ = 0						-0.2370e-2
r ₄ = ∞	d ₄ = 0.0500						
r ₅ = 3.3843	d ₅ = 0			0.7694e-1	-0.2977e-1	-0.6861e-2	-0.9187e-3
r ₆ = 1.7058	d ₆ = 0.7800	N ₆ = 1.53	ν ₆ = 56.0	-0.4174e0	0.1363e-1	-0.6230e-1	0.3515e-1
r ₇ = ∞	d ₇ = 0.8000						-0.5201e-2
r ₈ = ∞	d ₈ = 0.7000	N ₈ = 1.493	(ガバーガラス)				
r ₉ = ∞	d ₉ = 1.2658						

近軸データ: 焦点距離 f = 3.498 mm
開口数 Fno = 2.80

第4実施例

【0038】

以下に、各実施例の特徴を示す。

第1実施例から第4実施例まで共に、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正の屈折力を有する第1レンズ（L1）、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の屈折力を有する第2レンズ（L2）にはシクロオレフィン系プラスチックであるゼオネックスE48R（ゼオネックスは日本ゼオン株式会社の登録商標で、E48Rは商品番号である。）を採用した。

【0039】

また、第1レンズ（L1）の両面、第2レンズ（L2）の両面を非球面とした。すなわち、非球面の数は、各実施例および比較例とともに4面である。

【0040】

第1レンズ（L1）、第2レンズ（L2）の素材であるゼオネックスE48Rのアッペル数は5.6であるが、シミュレーションの結果、これらレンズの素材のアッペル数が4.5から6.5の範囲内であれば、収差等レンズ性能に実質的な差異は現れないことが分かった。アッペル数が上記の値の範囲内であれば、この発明の目的とする撮像レンズの諸収差が従来の撮像レンズの諸収差に比べて良好に補正され、かつ光学長が6mm以下の撮像レンズが実現できることが分かった。

【0041】

レンズ系と撮像面との間に、第1実施例、第2実施例および第3実施例では、それぞれ1.05mmのカバーガラスを挿入してあり、第4実施例では、0.70mmのカバーガラスを挿入してある。カバーガラスの素材には、第1実施例から第3実施例までの3例では屈折率1.52のガラス素材を、第4実施例では屈折率1.493のアクリル樹脂素材を用いた。これらカバーガラスの存在も前提として、以下に説明する諸収差を計算してある。すなわち、このカバーガラスは、r7およびr8面から成り、この厚みを表すパラメータd8が、第1実施例から第3実施例までの3例では、d8=1.05mmであり、第4実施例では、d8=0.70mmである。

【0042】

(第1実施例)

- (A) 全系の焦点距離は $f = 3.296 \text{ mm}$ である。
- (B) 第1レンズの焦点距離は $f_1 = 3.13 \text{ mm}$ である。
- (C) 第2レンズの焦点距離は、 $f_2 = -17.63 \text{ mm}$ である。

(D) 第1レンズの物体側曲率半径は $r_1 = -15.3122 \text{ mm}$ である。
 (E) 第1レンズの像側曲率半径は $r_2 = -1.5519 \text{ mm}$ である。
 (F) 開口絞り位置から第2レンズの第2面までの距離は $D = 2.83 \text{ mm}$ である。よって、

$$\begin{aligned} (1) \quad |f_1/f_2| &= |3.13/-17.63| = 0.1775 \approx 0.18 \\ (2) \quad |r_1/f| &= |-15.3122/3.296| = 4.646 \approx 4.65 \\ (3) \quad |r_1/r_2| &= |-15.3122/-1.5519| = 9.867 \approx 9.87 \\ (4) \quad D/f &= 2.83/3.296 = 0.8586 \approx 0.86 \end{aligned}$$

となるので、第1実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(4)までのいずれをも満たしている。

【0043】

$$0.09 < |f_1/f_2| < 0.37 \quad (1)$$

$$1.33 < |r_1/f| < 47.77 \quad (2)$$

$$3.08 < |r_1/r_2| < 113.12 \quad (3)$$

$$0.63 < D/f < 0.87 \quad (4)$$

以後、条件式とは上記(1)から(4)までの4つの式を指すものとする。

【0044】

開口絞りS1は表1に示すとおり、第1レンズの第1面(物体側の面)から前側0.13mm($d_1 = 0.13 \text{ mm}$)の位置に設けられている。また開口数(Fナンバー)は、2.8であり、合成焦点距離 f は、3.296mmである。

【0045】

図2に光線追跡をした結果と、撮像面上での点像の広がりを示すスポットダイアグラムを示す。これによると画像の周辺部ぎりぎりの位置での点像Pが若干広がるのみで、撮像面上ほぼ全域にわたり良好な点像が得られていることがわかる。

【0046】

光学長は5.495mmと6mm以内に収まっており、バックフォーカスも2.665mmと十分に確保できている。

【0047】

図3に示す歪曲収差曲線20、図4に示す非点収差曲線（メリディオナル面に対する収差曲線22およびサジタル面に対する収差曲線24）、図5に示す色・球面収差曲線（C線に対する収差曲線26、d線に対する収差曲線28、e線に対する収差曲線30、F線に対する収差曲線32およびg線に対する収差曲線34）については、それぞれグラフによって示してある。図3および図4の収差曲線の縦軸は像高を示しており、100%、85%、80%、70%、50%、および30%はそれぞれ、2.3mm、1.9mm、1.8mm、1.6mm、1.1mm、および0.68mmに対応している。第1実施例において、像高2.3mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、36°に相当する。また図5の収差曲線の縦軸は入射高h(Fナンバー)を示しており、最大がF2.8に対応する。横軸は収差の大きさを示している。

【0048】

歪曲収差は像高100%（像高2.3mm）位置において収差量の絶対値が3.9%と最大になっており、像高2.3mm以下の範囲で収差量の絶対値が3.9%以内に収まっている。

【0049】

非点収差は、像高100%（像高2.3mm）位置においてサジタル面における収差量の絶対値が0.14mmと最大になっており、像高2.3mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.14mm以内に収まっている。

【0050】

色・球面収差は、光軸上においてg線に対する収差量の絶対値が0.18mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.18mm以内に収まっている。

【0051】

（第2実施例）

- (A) 全系の焦点距離は $f = 3.74 \text{ mm}$ である。
- (B) 第1レンズの焦点距離は $f_1 = 3.98 \text{ mm}$ である。
- (C) 第2レンズの焦点距離は、 $f_2 = -38.38 \text{ mm}$ である。
- (D) 第1レンズの物体側曲率半径は $r_1 = -4.9982 \text{ mm}$ である。
- (E) 第1レンズの像側曲率半径は $r_2 = -1.6179 \text{ mm}$ である。

(F) 開口絞り位置から第2レンズの第2面までの距離は $D = 2.40 \text{ mm}$ である。よって、

$$(1) | f_1/f_2 | = | 3.98/-38.38 | = 0.104 \approx 0.10$$

$$(2) | r_1/f | = | -4.9982/3.74 | = 1.336 \approx 1.34$$

$$(3) | r_1/r_2 | = | -4.9982/-1.6179 | = 3.089 \approx 3.09$$

$$(4) D/f = 2.40/3.74 = 0.6417 \approx 0.64$$

となるので、第2実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(4)までのいずれをも満たしている。

【0052】

$$0.09 < | f_1/f_2 | < 0.37 \quad (1)$$

$$1.33 < | r_1/f | < 47.77 \quad (2)$$

$$3.08 < | r_1/r_2 | < 113.12 \quad (3)$$

$$0.63 < D/f < 0.87 \quad (4)$$

開口絞り S_1 は表2に示すとおり、第1レンズの第1面（物体側の面）から前側 0.10 mm ($d_1 = 0.10 \text{ mm}$) の位置に設けられている。また開口数（Fナンバー）は、2.8であり、合成焦点距離 f は、 3.740 mm である。

【0053】

図6に光線追跡をした結果と、撮像面上での点像の広がりを示すスポットダイアグラムを示す。これによると画像の周辺部ぎりぎりの位置での点像 P が若干広がるのみで、撮像面上ほぼ全域にわたり良好な点像が得られていることがわかる

【0054】

光学長は 5.629 mm と 6 mm 以内に収まっており、バックフォーカスも 3.229 mm と十分に確保できている。

【0055】

図7に示す歪曲収差曲線36、図8に示す非点収差曲線（メリディオナル面に対する収差曲線38およびサジタル面に対する収差曲線40）、図9に示す色・球面収差曲線（C線に対する収差曲線42、d線に対する収差曲線44、e線に対する収差曲線46、F線に対する収差曲線48およびg線に対する収差曲線50

) については、それぞれグラフによって示してある。図7および図8の収差曲線の縦軸は像高を示しており、100%、85%、80%、70%、50%、および30%はそれぞれ、2.3mm、1.9mm、1.8mm、1.6mm、1.1mm、および0.68mmに対応している。第2実施例において、像高2.3mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、32°に相当する。また横軸は収差の大きさを示している。また図9の収差曲線の縦軸は入射高h(Fナンバー)を示しており、最大がF2.8に対応する。横軸は収差の大きさを示している。

【0056】

歪曲収差は像高80%（像高1.8mm）位置において収差量の絶対値が0.6%と最大になっており、像高2.3mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.6%以内に収まっている。

【0057】

非点収差は、像高100%（像高2.3mm）位置においてメリディオナル面における収差量の絶対値が0.17mmと最大になっており、像高2.3mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.17mm以内に収まっている。

【0058】

色・球面収差は、光軸上においてg線に対する収差量の絶対値が0.15mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.15mm以内に収まっている。

【0059】

(第3実施例)

- (A) 全系の焦点距離は $f = 3.912 \text{ mm}$ である。
- (B) 第1レンズの焦点距離は $f_1 = 3.73 \text{ mm}$ である。
- (C) 第2レンズの焦点距離は、 $f_2 = -16.80 \text{ mm}$ である。
- (D) 第1レンズの物体側曲率半径は $r_1 = -10.1892 \text{ mm}$ である。
- (E) 第1レンズの像側曲率半径は $r_2 = -1.7455 \text{ mm}$ である。
- (F) 開口絞り位置から第2レンズの第2面までの距離は $D = 2.765 \text{ mm}$ である。よって、

$$(1) |f_1/f_2| = |3.73/-16.80| = 0.222 \approx 0.22$$

$$(2) |r_1/f| = |-10.1892/3.912| = 2.605 \approx 2.61$$

$$(3) |r_1/r_2| = |-10.1892/-1.7455| = 5.8374 \approx 5.84$$

$$(4) D/f = 2.765/3.912 = 0.7068 \approx 0.71$$

となるので、第3実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(4)までのいずれをも満たしている。

【0060】

$$0.09 < |f_1/f_2| < 0.37 \quad (1)$$

$$1.33 < |r_1/f| < 47.77 \quad (2)$$

$$3.08 < |r_1/r_2| < 113.12 \quad (3)$$

$$0.63 < D/f < 0.87 \quad (4)$$

開口絞りS1は表3に示すとおり、第1レンズの第1面(物体側の面)から前側0.085mm($d_1 = 0.085\text{mm}$)の位置に設けられている。また開口数(Fナンバー)は、2.8であり、合成焦点距離fは、3.912mmである。

【0061】

図10に光線追跡をした結果と、撮像面上での点像の広がりを示すスポットダイアグラムを示す。これによると画像の周辺部ぎりぎりの位置での点像Pが若干広がるのみで、撮像面上ほぼ全域にわたり良好な点像が得られていることがわかる。光学長は5.946mmと6mm以内に収まっており、バックフォーカスも3.181mmと十分に確保できている。

【0062】

図11に示す歪曲収差曲線52、図12に示す非点収差曲線(メリディオナル面に対する収差曲線54およびサジタル面に対する収差曲線56)、図13に示す色・球面収差曲線(C線に対する収差曲線58、d線に対する収差曲線60、e線に対する収差曲線62、F線に対する収差曲線64およびg線に対する収差曲線66)については、それぞれグラフによって示してある。図11および図12の収差曲線の縦軸は像高を示しており、100%、85%、80%、70%、50%、および30%はそれぞれ、2.3mm、1.9mm、1.8mm、1.6mm、1.1mm、および0.68mmに対応している。第3実施例において、像高2.3mmは、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、30°に相当する。また図13の収差曲線の縦軸は入射高h(Fナンバー)を示しており、最大がF2.8に対応する。

横軸は収差の大きさを示している。

【0063】

歪曲収差は像高100%（像高2.3 mm）位置において収差量の絶対値が1.5%と最大になっており、像高2.3 mm以下の範囲で収差量の絶対値が1.5%以内に収まっている。

【0064】

非点収差は、像高100%（像高2.3 mm）位置においてサジタル面における収差量の絶対値が0.08mmと最大になっており、像高2.3 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.08mm以内に収まっている。

【0065】

色・球面収差は、光軸上においてg線に対する収差量の絶対値が0.10mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.10mm以内に収まっている。

【0066】

(第4実施例)

- (A) 全系の焦点距離は $f = 3.498 \text{ mm}$ である。
- (B) 第1レンズの焦点距離は $f_1 = 2.80 \text{ mm}$ である。
- (C) 第2レンズの焦点距離は、 $f_2 = -7.73 \text{ mm}$ である。
- (D) 第1レンズの物体側曲率半径は $r_1 = -167.055 \text{ mm}$ である。
- (E) 第1レンズの像側曲率半径は $r_2 = -1.4769 \text{ mm}$ である。
- (F) 開口絞り位置から第2レンズの第2面までの距離は $D = 2.305 \text{ mm}$ である。よって、

$$(1) |f_1/f_2| = |2.80/-7.73| = 0.362 \doteq 0.36$$

$$(2) |r_1/f| = |-167.055/3.498| = 47.757 \doteq 47.76$$

$$(3) |r_1/r_2| = |-167.055/-1.4769| = 113.112 \doteq 113.11$$

$$(4) D/f = 2.305/3.498 = 0.6589 \doteq 0.66$$

となるので、第4実施例のレンズ系は、以下の条件式(1)から条件式(4)までのいずれをも満たしている。

【0067】

$$0.09 < |f_1/f_2| < 0.37 \quad (1)$$

$$1.33 < |r_1/f| < 47.77 \quad (2)$$

$$3.08 < |r_1/r_2| < 113.12 \quad (3)$$

$$0.63 < D/f < 0.87 \quad (4)$$

開口絞り S_1 は表4に示すとおり、第1レンズの第1面（物体側の面）から前側 0.075mm ($d_1 = 0.075\text{mm}$) の位置に設けられている。また開口数（Fナンバー）は、2.8であり、合成焦点距離 f は、 3.498mm である。

【0068】

図14に光線追跡をした結果と、撮像面上での点像の広がりを示すスポットダイアグラムを示す。これによると画像の周辺部ぎりぎりの位置での点像 P が若干広がるのみで、撮像面上ほぼ全域にわたり良好な点像が得られていることがわかる。光学長は 5.071mm と 6mm 以内に収まっており、バックフォーカスも 2.766mm と十分に確保できている。

【0069】

図15に示す歪曲収差曲線68、図16に示す非点収差曲線（メリディオナル面に対する収差曲線70およびサジタル面に対する収差曲線72）、図17に示す色・球面収差曲線（C線に対する収差曲線74、d線に対する収差曲線76、e線に対する収差曲線78、F線に対する収差曲線80およびg線に対する収差曲線82）については、それぞれグラフによって示してある。図15および図16の収差曲線の縦軸は像高を示しており、100%、85%、70%、50%、および30%はそれぞれ、 2.3mm 、 1.9mm 、 1.6mm 、 1.1mm 、および 0.68mm に対応している。第4実施例において、像高 2.3mm は、主光線のレンズ系への入射前に光軸となす角に換算すると、 32° に相当する。また図17の収差曲線の縦軸は入射高 h (Fナンバー) を示しており、最大が F2.8 に対応する。横軸は収差の大きさを示している。また横軸は収差の大きさを示している。

【0070】

歪曲収差は像高100%（像高 2.3mm ）位置において収差量の絶対値が3.2%と最大になっており、像高 2.3mm 以下の範囲で収差量の絶対値が3.2%以内に収まっている。

【0071】

非点収差は、像高100%（像高2.3 mm）位置においてメリディオナル面における収差量の絶対値が0.22mmと最大になっており、像高2.3 mm以下の範囲で収差量の絶対値が0.22mm以内に収まっている。

【0072】

色・球面収差は、光軸上においてg線に対する収差量の絶対値が0.17mmと最大になっており、収差量の絶対値が0.17mm以内に収まっている。

【0073】

以上いずれの実施例の撮像用レンズにおいても、CCDまたはCMOSを撮像素子として用いる小型カメラに搭載するレンズに必要とされる性能が確保されていることが分かった。

【0074】

このように、上述したこの発明の撮像用レンズの説明から明らかなように、撮像用レンズの各構成レンズを条件式（1）から（4）を満たすように設計することで、この発明が解決しようとする課題が解決する。すなわち諸収差が良好に補正され、十分なバックフォーカスが得られかつ光学長が短く保たれた撮像用レンズが得られる。

【0075】

尚、上述した実施例において第1レンズ、第2レンズにはゼオネックスE48Rというプラスチック素材を用いたが、実施例に掲げた以外のプラスチック材料はもとより、プラスチック素材でなくとも、実施例等で説明した諸条件を満たす素材であれば、ガラス素材であっても用いることができるることは言うまでもない。

【0076】

【発明の効果】

以上、説明したようにこの発明は、プラスチックレンズの積極的な使用を可能にし、諸収差が良好に補正された光学長が6 mm以下であって、小型CCDカメラに用いるのにふさわしい撮像レンズを実現することができる。

【0077】

また、この発明の撮像用レンズによれば、短光学長であるにもかかわらずバックフォーカスも十分に確保できる。

【007.8】

以上説明したことから、この発明の撮像レンズは、携帯電話器に内蔵するビデオカメラ用レンズとしての利用はもとより、PDA (personal digital assistant) に内蔵するビデオカメラ用レンズ、画像認識機能を具えた玩具に内蔵するビデオカメラ用レンズ、監視用ビデオカメラおよび防犯用ビデオカメラ用レンズとして適用しても好適であるといえる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

この発明による撮像レンズの断面図である。

【図2】

第1実施例のレンズの断面図である。

【図3】

第1実施例の歪曲収差図である。

【図4】

第1実施例の非点収差図である。

【図5】

第1実施例の色・球面収差図である。

【図6】

第2実施例のレンズの断面図である。

【図7】

第2実施例の歪曲収差図である。

【図8】

第2実施例の非点収差図である。

【図9】

第2実施例の色・球面収差図である。

【図10】

第3実施例のレンズの断面図である。

【図11】

第3実施例の歪曲収差図である。

【図12】

第3実施例の非点収差図である。

【図13】

第3実施例の色・球面収差図である。

【図14】

第4実施例のレンズの断面図である。

【図15】

第4実施例の歪曲収差図である。

【図16】

第4実施例の非点収差図である。

【図17】

第4実施例の色・球面収差図である。

【符号の説明】

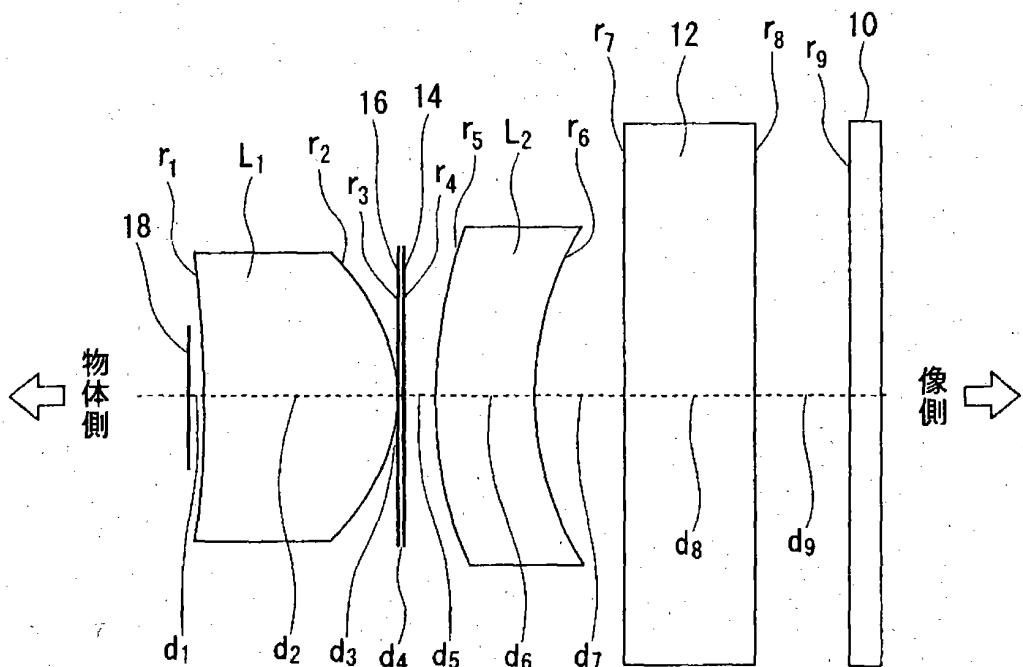
$L_1 \sim L_2$ 第1レンズ～第2レンズ

r_i : i番目の面の曲率半径（非球面においては軸上曲率半径）

d_i : i番目の面から $i + 1$ 番目の面までの距離

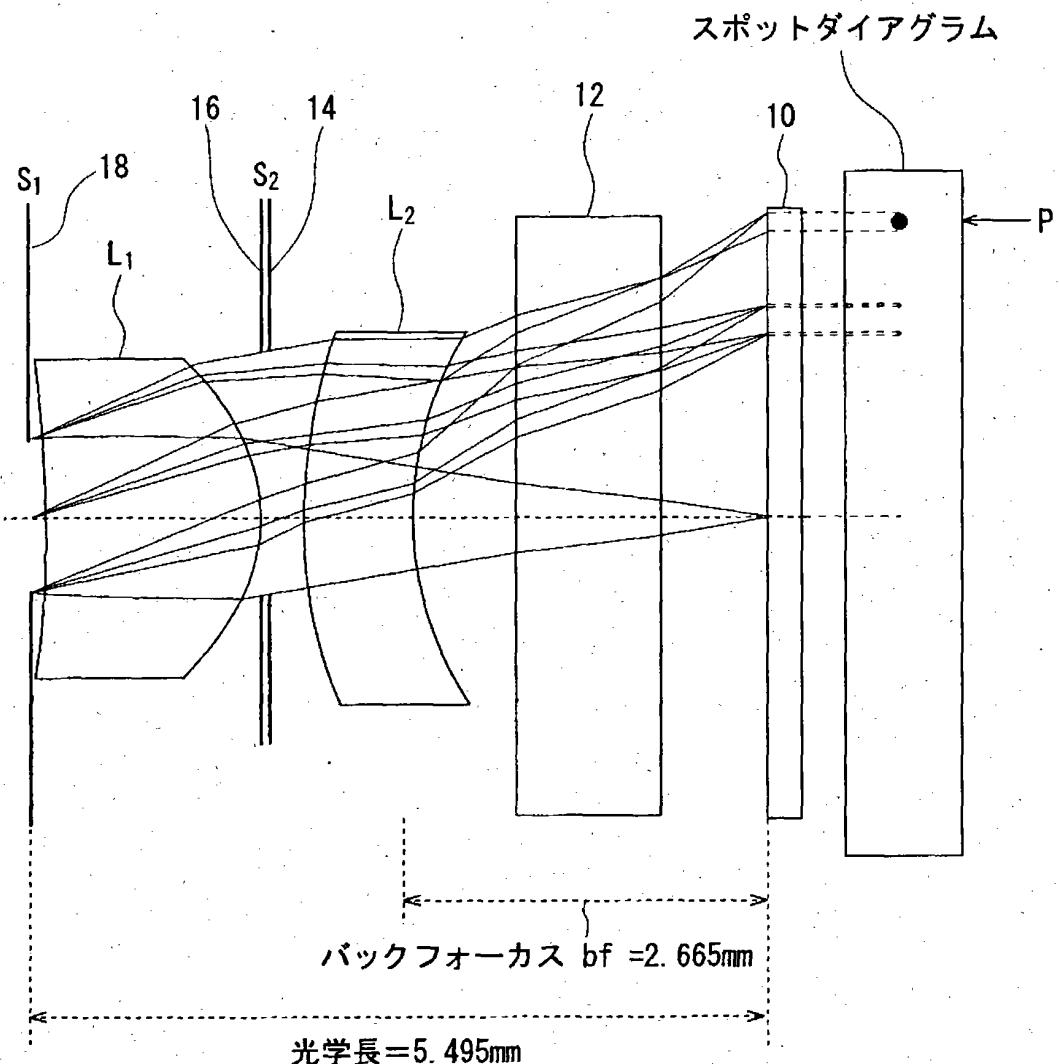
【書類名】 図面

【図1】



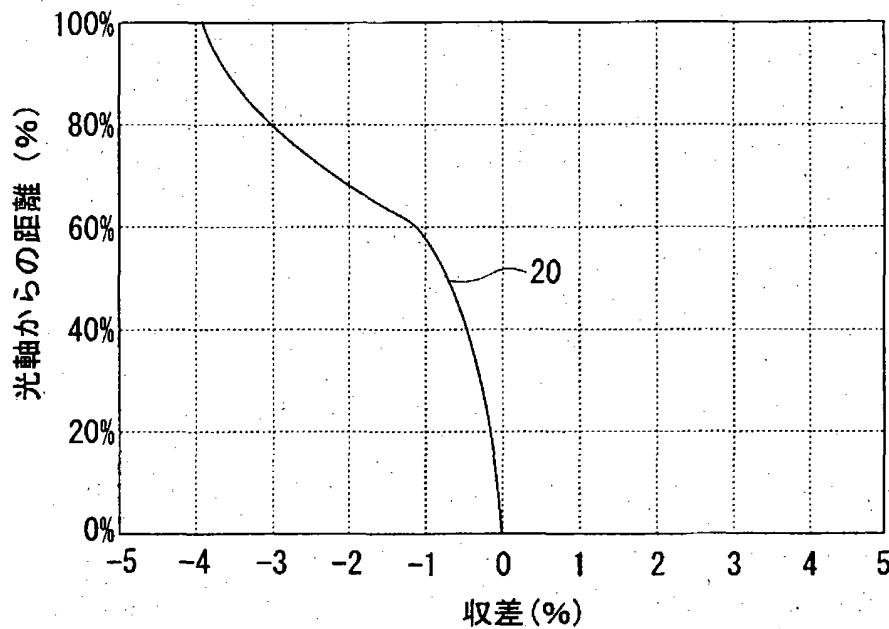
この発明による撮像用レンズの断面図

【図2】



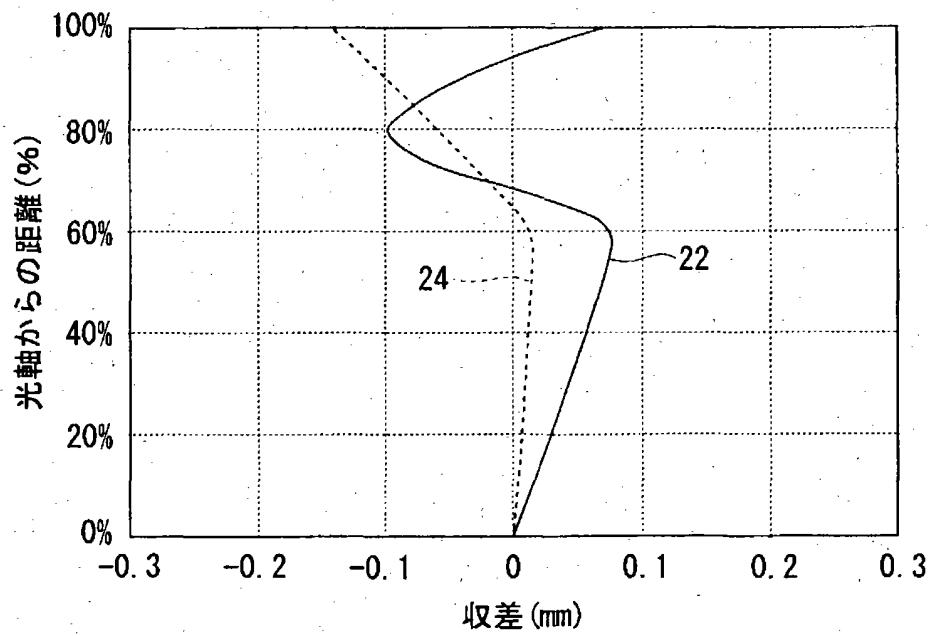
第1実施例のレンズの断面図

【図3】



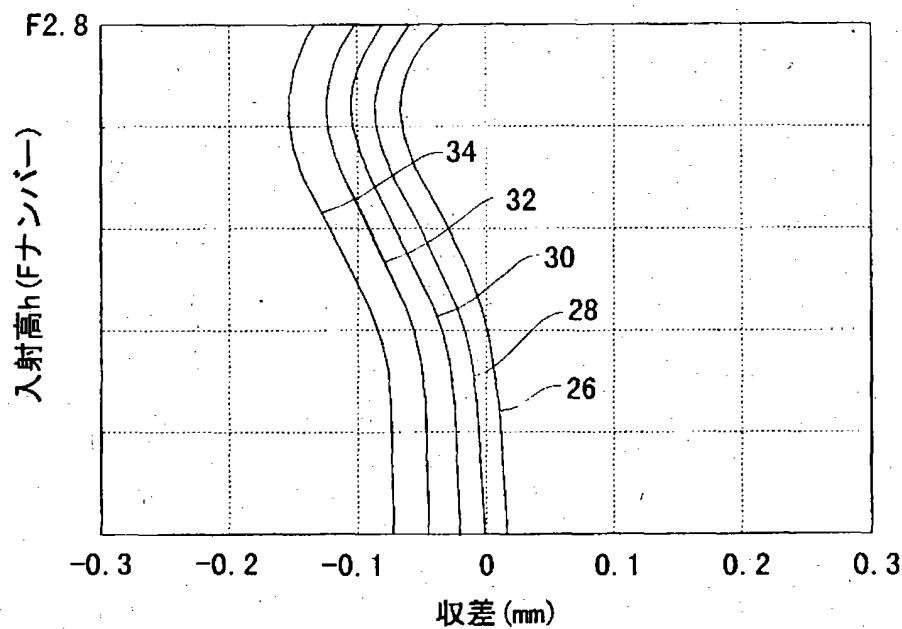
第1実施例の歪曲収差図

【図4】



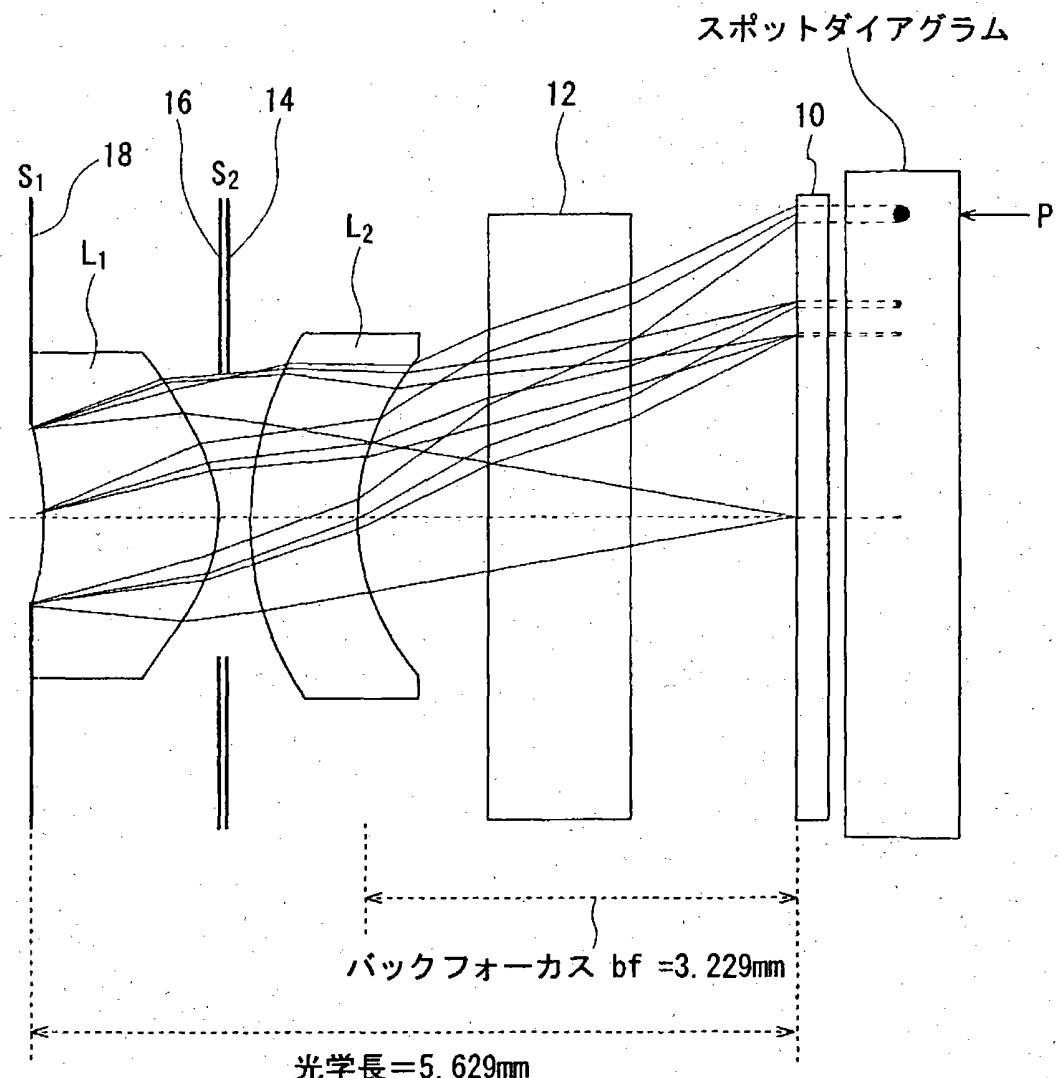
第1実施例の非点収差図

【図5】



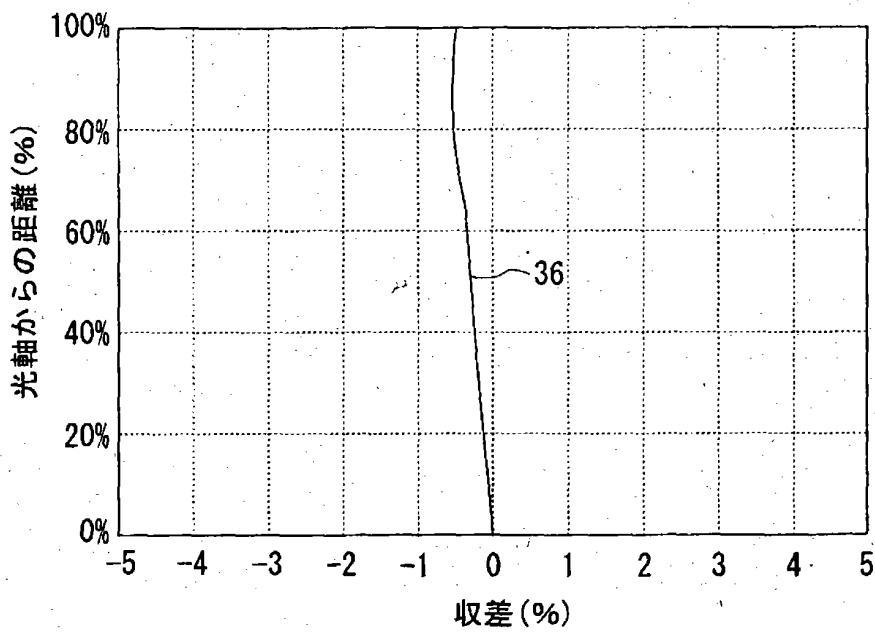
第1実施例の色・球面収差図

【図6】



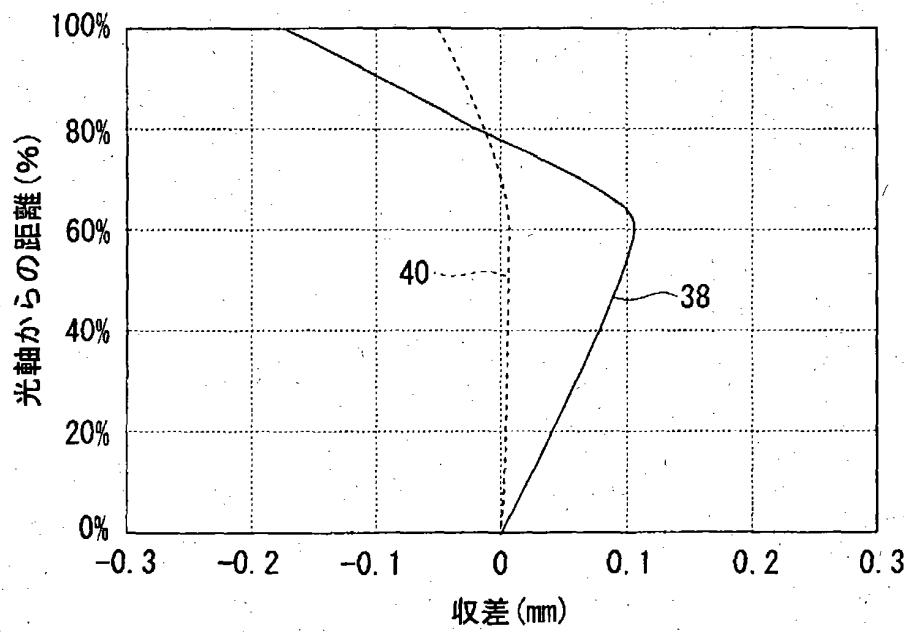
第2実施例のレンズの断面図

【図7】



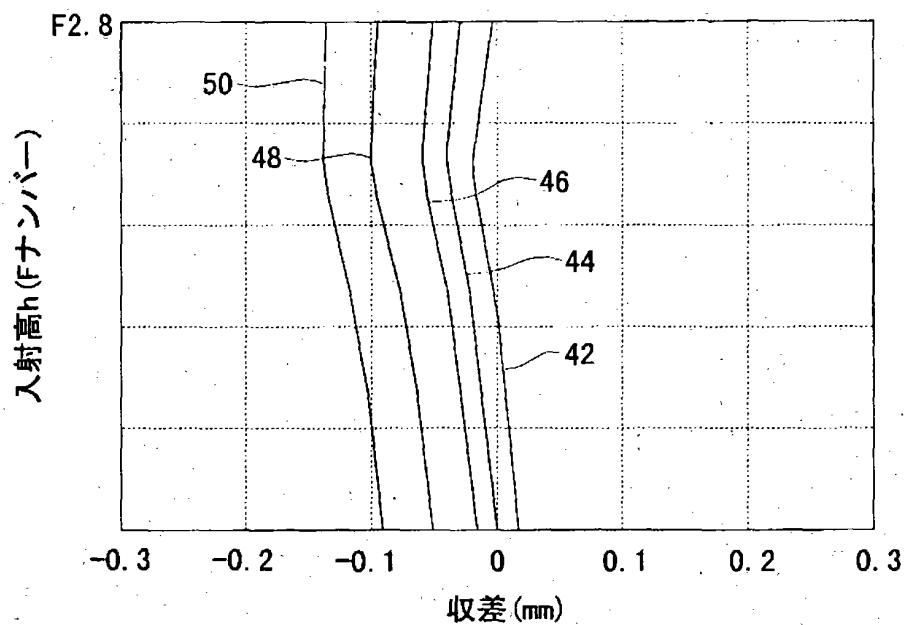
第2実施例の歪曲収差図

【図8】



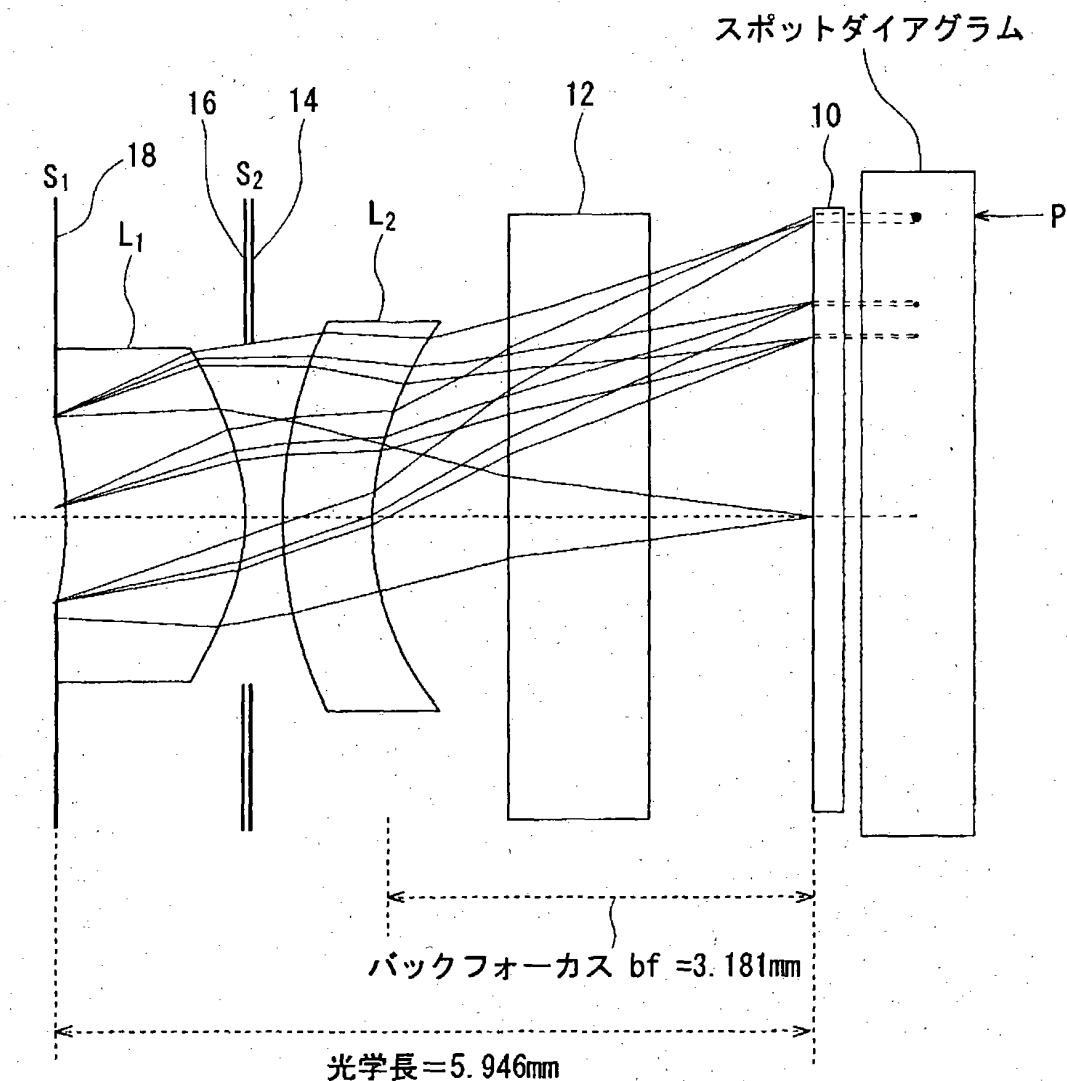
第2実施例の非点収差図

【図9】



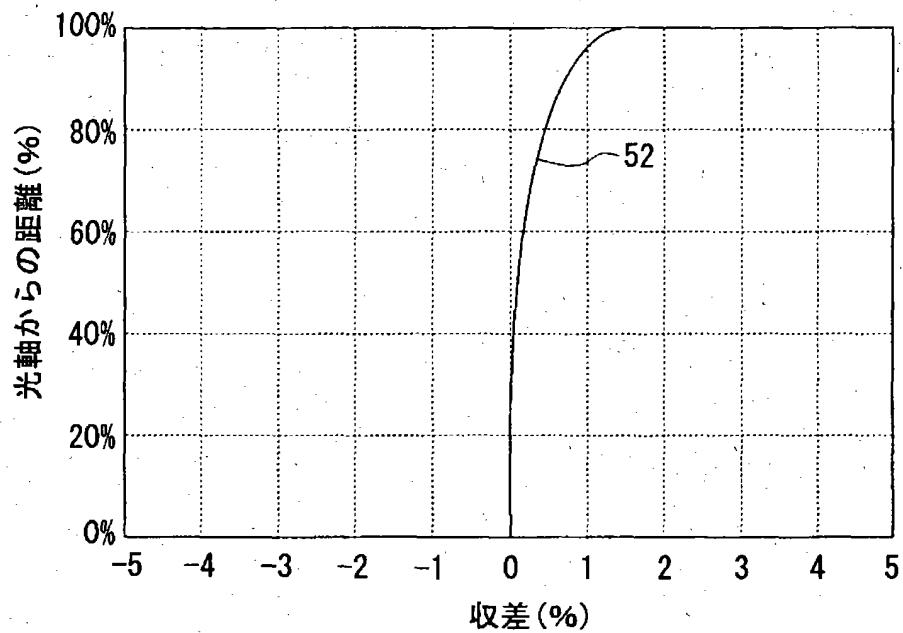
第2実施例の色・球面収差図

【図10】



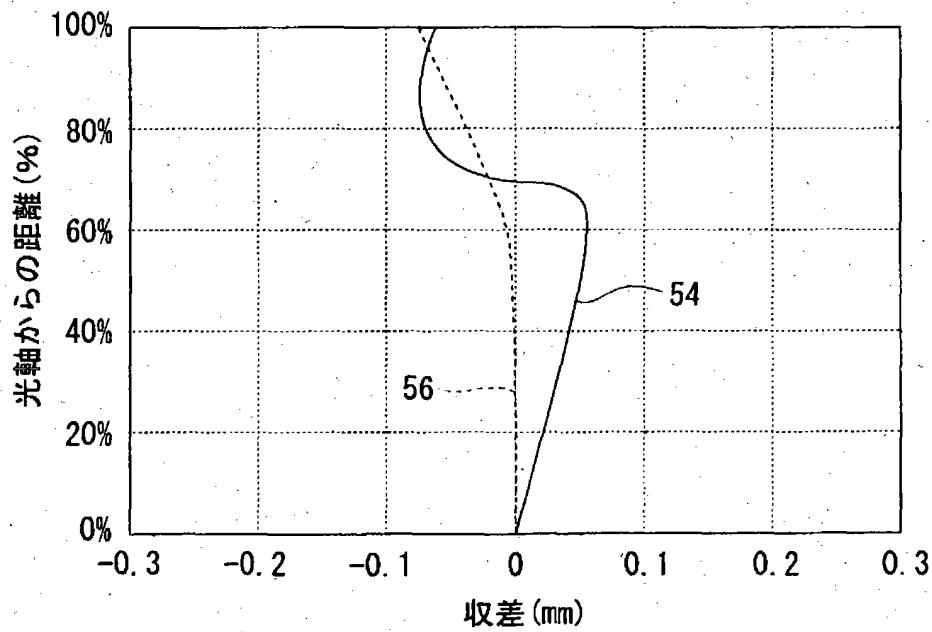
第3実施例のレンズの断面図

【図11】



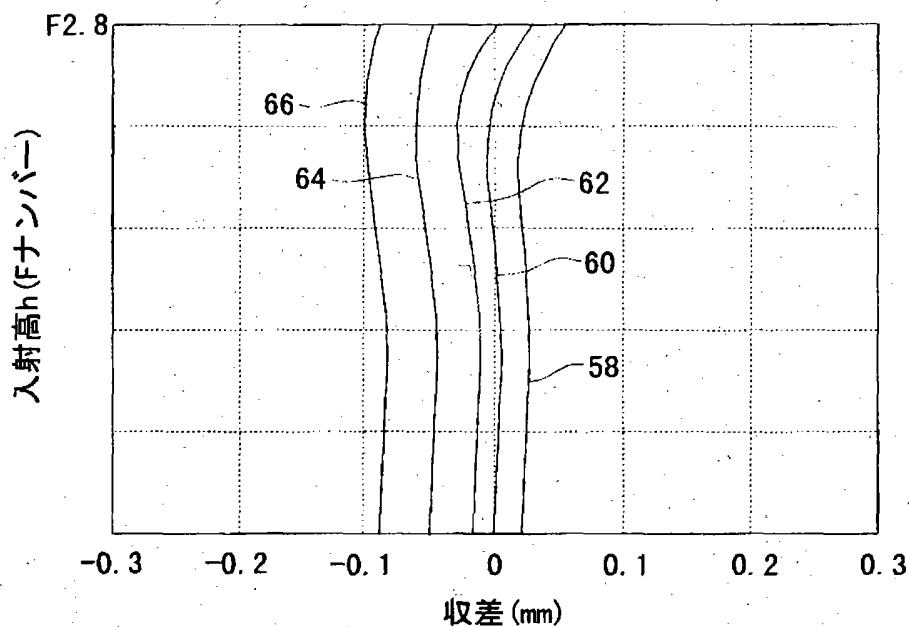
第3実施例の歪曲収差図

【図12】



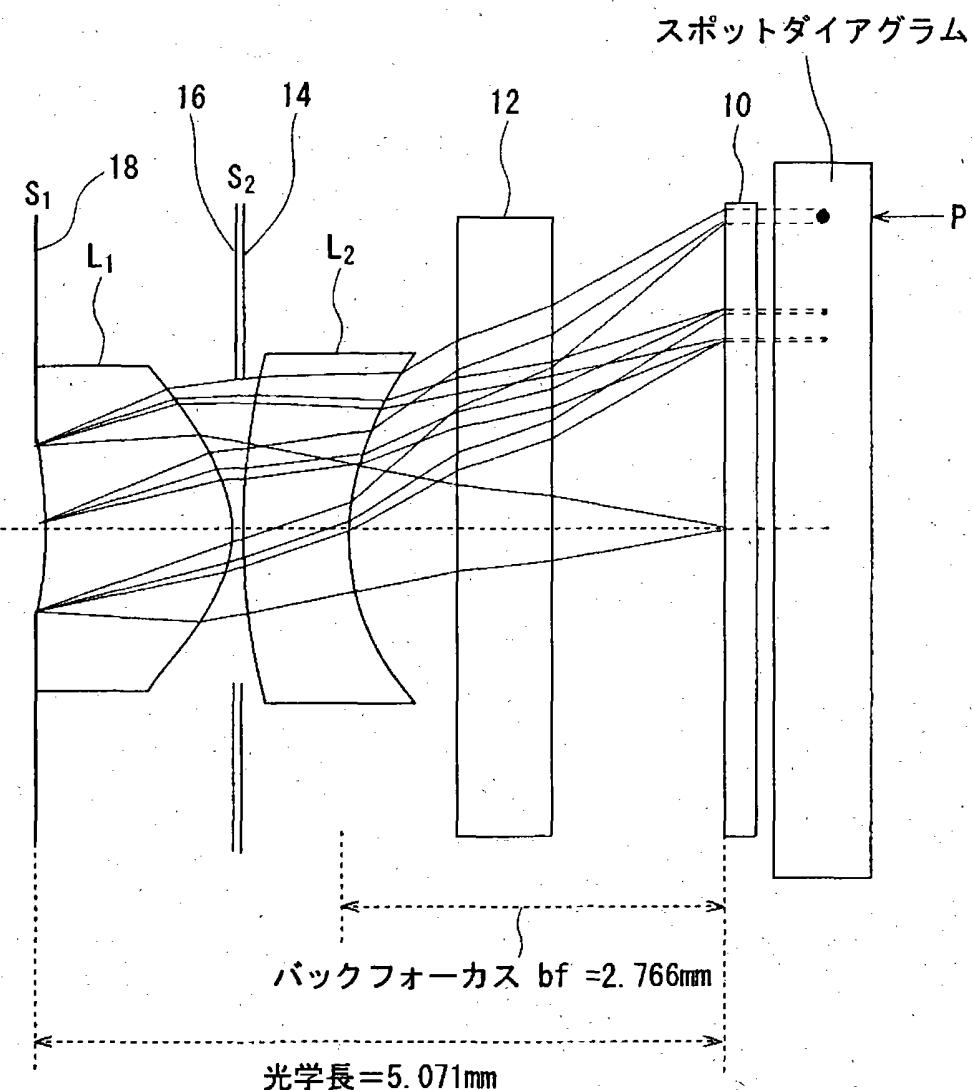
第3実施例の非点収差図

【図13】



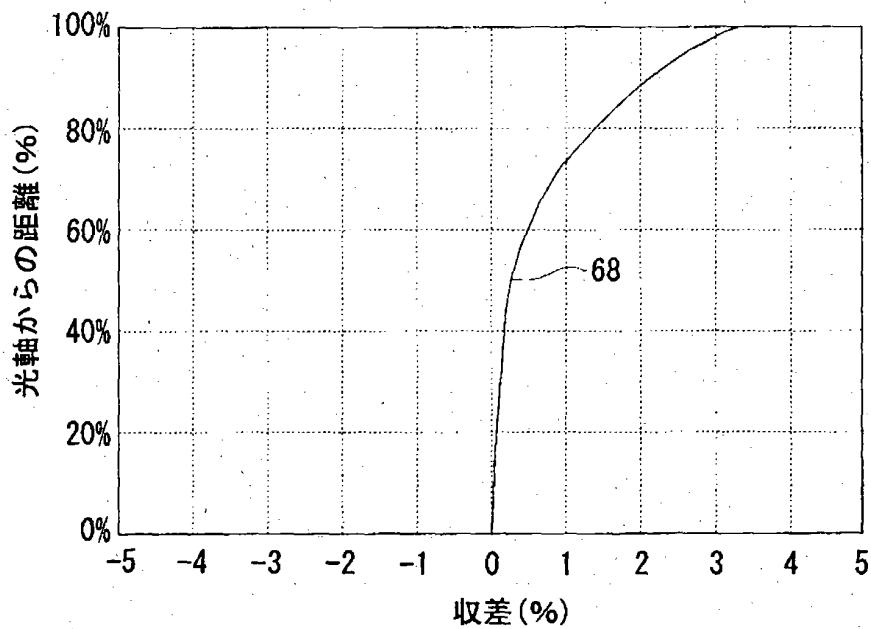
第3実施例の色・球面収差図

【図14】



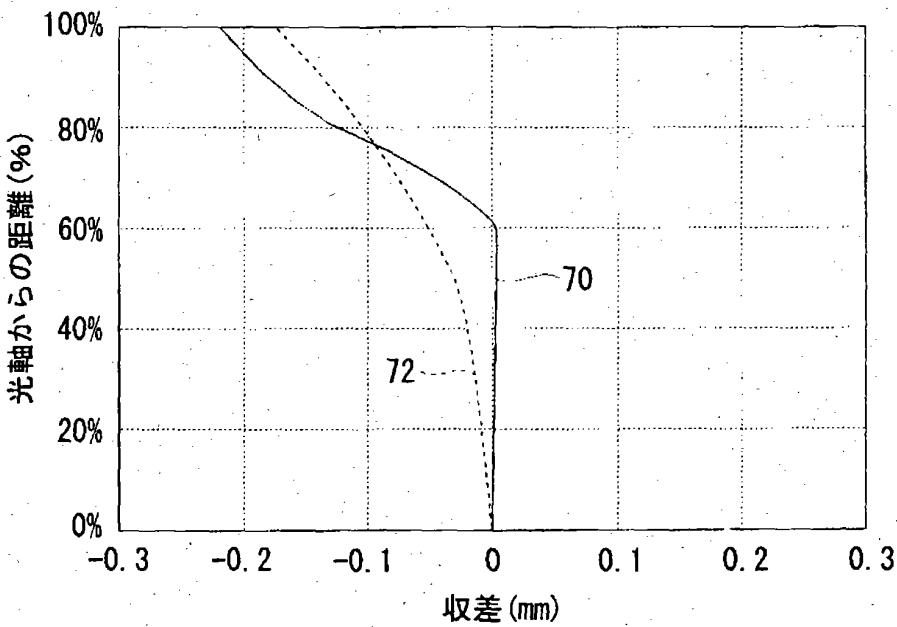
第4実施例のレンズの断面図

【図15】



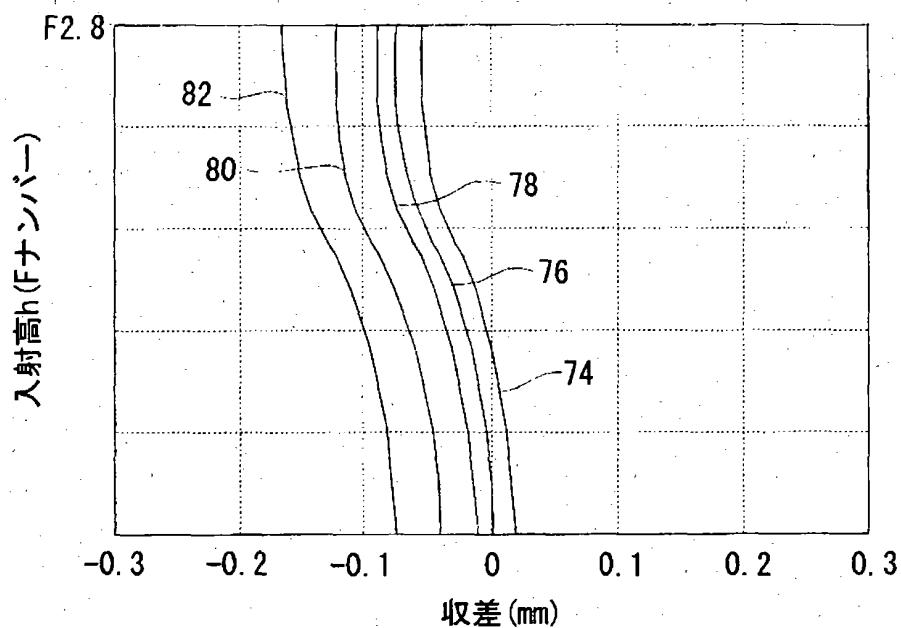
第4実施例の歪曲収差図

【図16】



第4実施例の非点収差図

【図17】



第4実施例の色・球面収差図

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 諸収差が良好に補正されており、かつ光学長が6mm以下で、しかも十分なバックフォーカスが確保されている。

【解決手段】 物体側から順に、開口絞りS1と、物体側に凹面を向けたメニスカス形状の正の屈折力を有する第1レンズL1と、第2絞りS2と、像側に凹面を向けたメニスカス形状の負の屈折力を有する第2レンズL2とが順に配列して構成されている。この開口絞りS1は、入射面を構成している。また、第1レンズL1と第2レンズL2との間に設けた第2絞りS2は、レンズの周辺のコバの部分等に当たって乱反射した光、いわゆるフレアーカットするために挿入される。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2002-222675
受付番号	50201130079
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0090
作成日	平成14年 8月 7日

〈認定情報・付加情報〉

【提出日】 平成14年 7月31日

次頁無

出願人履歴情報

識別番号 [399036110]

1. 変更年月日 1999年 6月 9日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都府中市日鋼町1番1 (Jタワー)

氏 名 マイルストーン株式会社